

Dokumentasjonsvedlegg til  
søknad om utvidelse ved  
Marine Harvest Norway AS  
avd. Naustbukta  
(reg. nr. NT/NR 0006)



Konsekvensutredning

**Rådgivende Biologer AS 1289**

**R  
A  
P  
P  
O  
R  
T**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta (reg. nr. NT/NR 0006). Konsekvensutredning

**FORFATTER:**

Bjarte Tveranger og Geir Helge Johnsen

**OPPDRAKSGIVER:**

Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta, Sandviksboder 78 A, 5035 Bergen

**OPPDRAGET GITT:**

27. august 2009

**ARBEIDET UTFØRT:**

2010

**RAPPORT DATO:**

8. mars 2010

**RAPPORT NR:**

1289

**ANTALL SIDER:**

21

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-7658-741-8

**EMNEORD:**

- Settefiskanlegg
- Utvidelsessøknad
- Konsekvensutredning
- Nærøy kommune

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)

E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)

Telefon: 55 31 02 78    Telefaks: 55 31 62 75

*Forsidefoto: Settefiskanlegget ved Lonet i Naustbukta (fra Marine Harvest Norway AS).*

## FORORD

Marine Harvest Norway AS, avd. Naustbukta (reg. nr NT/NR 0006) søker om utvidelse av konsesjonen fra 1,0 til 2,5 millioner sjødyktig settefisk i gjennomstrømningsanlegget ved Lonet i Naustbukta i Nærøy kommune. Selve søknadsprosessen startet opp tidlig på 2000 tallet der Rådgivende Biologer AS i 2001 undersøkte vassdraget, da Storvatnet ble prøvofisket, innløpselvene og utløpselven ble elektrofisket og vurdert, samt at det ble foretatt en enkel vurdering av resipientforholdene i sjøen utenfor avløpet fra anlegget ved Naustbukta. I tillegg ble det gjennomført et nytt elektrofiske i innløpselvene 12.november 2003 etter at oppvandringshinderet i utløpselven ble utbedret i 2002. Resultatene er oppsummert i en rapport ferdigstilt i 2004 (Johnsen m.fl. 2002).

I 2005 søkte Marine Harvest Norway AS NVE om regulering og uttak av vann fra Storvatnet i forhold til en produksjon på 2,5 millioner settefisk. Anlegget fikk NVE konsesjon etter vannressursloven 3. juli 2007.

Rådgivende Biologer AS har utarbeidet et nytt og oppdatert dokumentasjonsgrunnlag for en utvidessøknad. Dokumentasjonen skal tjene som grunnlag for å vurdere utslippsløyve etter Forurensningsloven og for den samlede konsesjonsramme etter Akvakulturloven. Det er i dokumentasjonen inkludert en konsekvensutredning av de omsøkte forhold. Det meste av rapporten er basert på foreliggende informasjon stilt til rådighet fra Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta, og alle bildene av selve anlegget i rapporten er tatt av dem.

Forhold knyttet til fiskevelferd, smittehensyn og matloven som ikke dekkes opp av denne rapporten, er dekket opp i de beredskapsplaner anlegget har utarbeidet, og som vedlegges søknaden.

Rådgivende Biologer AS takker Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta ved Ole Christian Norvik og Ørjan Tveiten for oppdraget.

Bergen, 8. mars 2010

## INNHOOLD

Forord.....	2
Innhold .....	2
Sammendrag.....	3
Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta.....	4
Avgrensing av tiltaks- og influensområdet .....	11
Områdebeskrivelse og verdivurdering .....	12
Vurdering av virkning og konsekvenser .....	15
Referanser.....	19
Vedlegg om vannbruk i settefiskoppdrett .....	20

## SAMMENDRAG

*TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2010.*

*Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta (reg. nr. NT/NR 0006). Konsekvensutredning*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 1289, 21 sider, ISBN 978- 82-7658-741-8*

Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta (reg.nr. NT/NR 0006) søker om utvidelse av konsesjonen fra 1,0 til 2,5 millioner sjødyktig settefisk i gjennomstrømningsanlegget ved Lonet i Naustbukta (lok. nr. 12719) i Nærøy kommune. Denne rapporten oppsummerer foreliggende grunnlagsdokumentasjon for konsesjonsbehandling etter akvakulturloven.

Produksjonen vil bestå av 1,1 million 100 grams høstsmolt og 1,4 millioner 100 grams ettårs vårmsolt, tilsammen 250 tonn levert fisk. Det er regnet et svinn på omtrent 22 % underveis i produksjonen, som utgjør omtrent 8 tonn. Med en antatt förfaktor på 1,2 over hele produksjonen, vil det medgå 310 tonn för årlig.

Anlegget henter vann fra Storvatnet, som er 1,81 km<sup>2</sup> stort og har et 39 km<sup>2</sup> stort nedbørfelt. Samlet gjennomsnittlig avrenning fra vassdraget er på 138 m<sup>3</sup>/min. Anlegget har NVE konsesjon fra 3. juli 2007 til å regulere Storvatnet 1,61 m mellom kote 9,78 (LRV) og 11,39 (HRV) samt løyve til et månedlig vannuttak i samsvar med søknad fra 2005 (årlig månedsgjennomsnitt på 30 m<sup>3</sup>/min og maksimalt uttak på 38 m<sup>3</sup>/min). Det er også et krav om en minstevannføring på 200 l/s i Fossbergelva, og at fiskesperren må fjernes etter 13. juni 2011. Vedtaket om fjerning av fiskesperren er anket inn for OED.

Når det nå søkes om en utvidelse av konsesjonen fra 1,0 til 2,5 millioner sjødyktig settefisk, skal vannuttaket og reguleringen av Storvatnet skje innenfor gjeldende vilkår i NVE konsesjonen. Denne konsesjonen ble gitt som grunnlag for den her omsøkte utvidelse til 2,5 millioner smolt, og nødvendig dokumentasjon til den vurderingen er derfor ikke inkludert i denne rapporten.

Avløpsvannet fra anlegget slippes urensset ut i sjø i Naustbukta på 30 m dyp. Utslippet går ut i et åpent sjøområde med tilgrensende store og dype sjøområder med meget god vannutskifting hele året. Utslippet har gjennomslag til overflaten og går således ikke til tersklete basseng i resipienten utenfor anlegget. Den åpne og stadig dypere forbindelsen mot vest til dypere vannmasser i Eiterfjorden, medfører meget gode utskiftingsforhold og bidrar til en høy resipientkapasitet i sjøområdet. Utslippene til sjø vil øke med omtrent 1,5 ganger i forhold til dagens konsesjon, men det antas fremdeles meget gode miljøforhold i resipienten og tilfredsstillende nedbryting av organisk materiale fra anlegget.

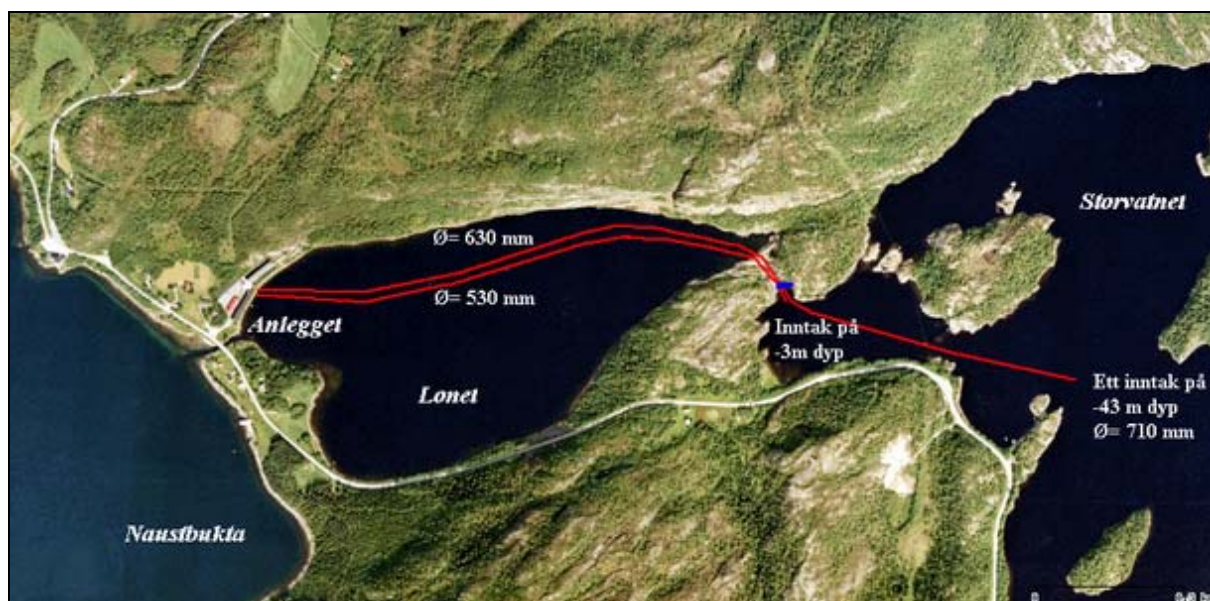
Utvidelsen vil skje innenfor eksisterende anleggsområde og dessuten innenfor allerede utbygget karkapasitet. Tiltaket vil derfor ikke medføre noen negative virkninger for de omkringliggende øvrige brukerinteressene knyttet til biologisk mangfold, verneinteresser, friluftsliv, landskapsvurdering, vannforsyning, resipientforhold eller kulturminner.

## MARINE HARVEST NORWAY AS AVD. NAUSTBUKTA

Settefiskanlegget ved Lonet i Naustbukta (reg nr NT/NR 0006, lokalitetsnummer 12719 Lonet i Naustbukta) har hatt konsesjon siden 1979, og anlegget tilhørte da Stolt Seafarm. Anlegget fikk i 1987 økt konsesjonsrammen til 1 million settefisk. Anlegget er nå eiet av Marine Harvest Norway AS etter fusjonen sommeren 2005. En søker nå om utvidelse til 2,5 millioner sjødyktig settefisk.

### ANLEGGET

Anlegget ligger ved Lonet i Naustbukta i Nærøy kommune (**figur 1**). Anlegget har eget klekkeri med startføringsanlegg inne, og god karkapasitet både inne og ute (**figur 2**). Produksjonskapasiteten vil ikke bli videre utbygget i forbindelse med den omsøkte utvidelsen. Anlegget har to inntak for vann fra Storvatnet, (jf. **figur 1**). Avløpsvannet slippes urensert ut i Naustbukta (**figur 3**).



**Figur 1.** Plassering av settefiskanlegget til Marine Harvest Norway AS ved Lonet i Naustbukta. Bildet viser også inntaksmagasinet Storvatnet og resipienten Naustbukta. Anlegget henter sitt vann gjennom rundt 1200 og 1700 m lange inntaksledninger ned til anlegget (fra [www.fiskeridir.no/adaptive/](http://www.fiskeridir.no/adaptive/)).

Eksisterende inntaks- og utslippsarrangementet skal ikke endres i forbindelse med denne søknaden. Den totale produksjonskapasiteten skal økes innenfor etablert karvolum. Uttaket av ferskvann holdes innenfor gjeldende vilkår i NVE-konsesjonen.

Anlegget har en rekke bygninger som huser anlegget sine ulike aktiviteter og funksjoner (jf. **figur 4**). Karkapasiteten for tilvekst på anlegget er fordelt på følgende kar, med et samlet volum på 2800 m<sup>3</sup>:

- 41 stk 5 m kar med vannhøyde på 1,5 m og volum på 29 m<sup>3</sup> = 1190 m<sup>3</sup>
- 19 stk 8 m kar med vannhøyde på 1,7 m og volum på 85 m<sup>3</sup> = 1615 m<sup>3</sup>.

Anlegget har i tillegg en driftsbygning som huser et klekkeri med klekkekar (54 stk 1,5 kar, til sammen 81 m<sup>3</sup>). En del av 5m karene benyttes også kombinert til startføring og påvekst. Klekkeri- og startføringsavdelingen har en kapasitet på rundt 3,5 millioner startföret yngel. Anlegget benytter ikke karluftere i dag. Ut fra eksisterende karvolum og tilgang på vann, har anlegget kapasitet til å produsere den omsøkte mengden med fisk. Karluftere kan bli aktuelt etter hvert, f.eks. som et beredskapstiltak i tilfelle svikt i vannforsyningen, tørre perioder, ol.

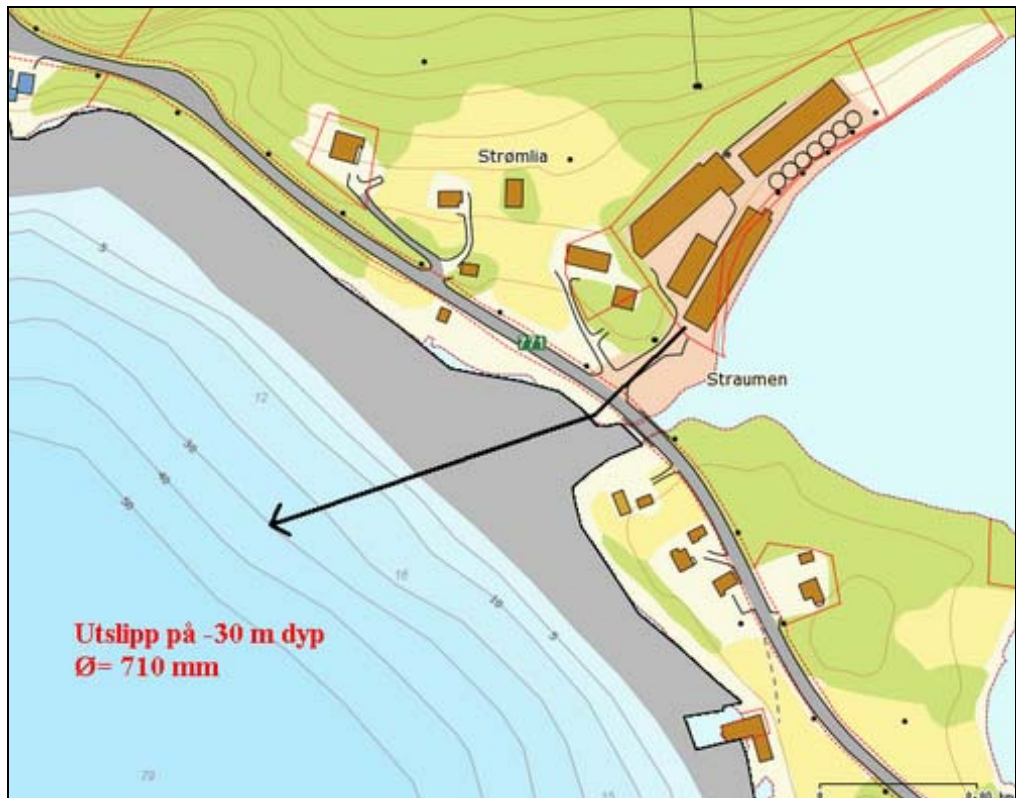
Med en maksimalbelastning på 152 tonn i anlegget i august, vil gjennomsnittstettheten i påvekstavdelingen ikke overstige 54 kg/m<sup>3</sup>.



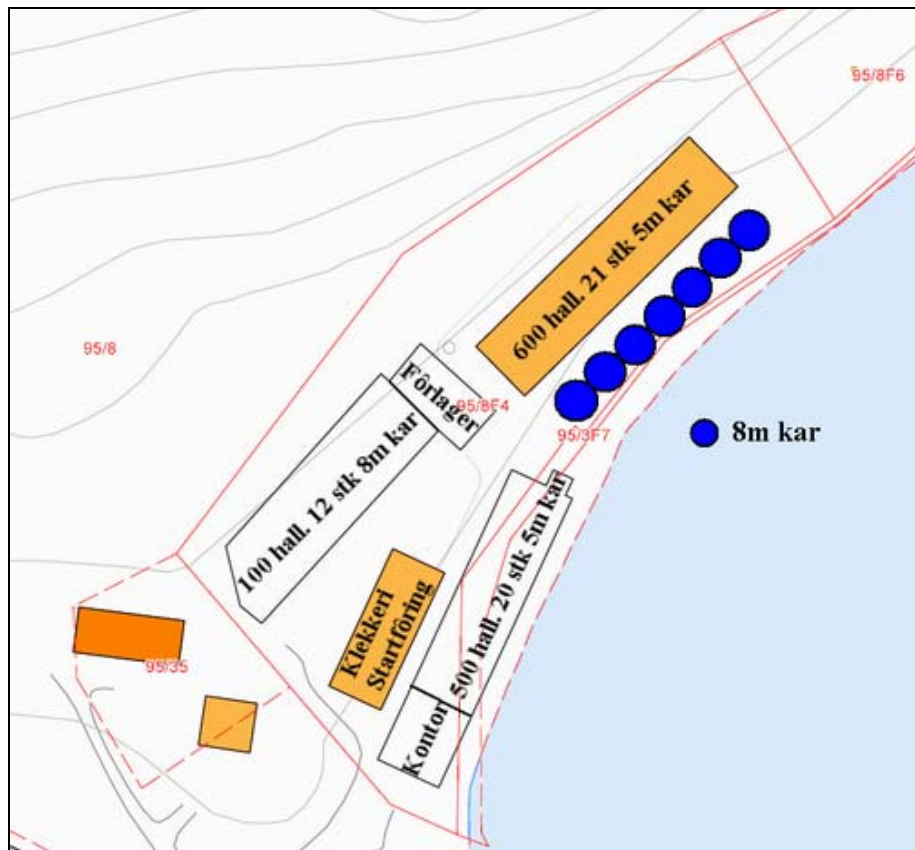


**Figur 2.** Anlegget består av flere seksjoner. 500 hallen og 600 hallen inneholder henholdsvis 20 og 21 stk 5m kar (øverst til venstre og høyre). 100 hallen inneholder 8 stk 8m kar (oppe til venstre), og ned mot sjøen står det en karrekke ute med 7 stk 8m kar (oppe til høyre).

**Figur 3.**  
Marine  
Harvest  
Norway AS  
avd.  
Naustbukta sitt  
avløpsvann  
føres i dag ut  
gjennom et  
rundt 175 m  
langt avløp på  
-30 m dyp.



**Figur 4.** Oversikt over det eksisterende anlegget med dets ulike bygninger og funksjoner, herav 41 stk 5m kar inne i to haller, 12 stk 8 m kar i en hall og 7 stk 8 m kar ute. Det planlegges ikke noen økning av karkapasiteten.



## VANNINNTAK OG VANNBEHANDLING

Anlegget henter sitt vann fra Storelvvassdraget (NVE nr 143.7Z) og har sitt inntak fra Storvatnet (12 moh), som er 1,81 km<sup>2</sup> stort. Ved oppstart av anlegget i 1980 den opprinnelige tredammen erstattet med en betongdam (**figur 5**). Dammen følger terrenget over en bredde på ca 27m. Den naturlige lavvannstanden ligger på kote 9,78. Laveste punkt i dammen ligger på kote 11,02, og flomoverløpet ligger på kote 11,39. Anlegget har to stk rundt 1200 m lange vanninntak (gravitasjonsledninger) fra Storvatnet og ned til anlegget (henholdsvis 530 og 630 mm PEH ledninger). Ledningene ligger stort sett nedgravd fra demningen og ned til strandkanten i Lonet. Herifra ligger de nedsenket i Lonet bort til anlegget (**figur 1**). Hovedinntaket for de to ledningene ligger rett innenfor demningen på 3 m dyp. Ledningene er også koplet til en 710 mm PN 4 ledning til eget dypvannsinntak som er rundt 500 m langt og ligger på 43 m dyp, noe som muliggjør temperaturregulering på anlegget (**figur 1**).

En estimert trykkforskjell på omtrent 0,6 bar, skal vannledningene teoretisk ha en kapasitet på rundt 45 m<sup>3</sup>/min. På grunn av motstand i rørene, har flow målinger vist at anlegget med dagens arrangement klarer å ta ut rundt 38 m<sup>3</sup>/min ved maksimal slukeevne.

Eneste form for vannbehandling er vakuumlufing av noe av vannet via et egenutviklet system.

I forbindelse med søknaden om utvidelse av konsesjonen til 2,5 millioner settefisk, gjorde NVE vedtak i brev av 5. april 2005 om at vannuttaket fra Storelvvassdraget trengte konsesjon etter vannressursloven § 8. Marine Harvest Norway AS søkte da NVE den 14. september 2005 om løyve etter vannressursloven om følgende tiltak i Storelvvassdraget:

- å regulere Storvatnet mellom LRV på kote 9,78 moh. Og HRV på kote 11,39 moh.
- Å ta ut inntil 45 m<sup>3</sup>/min vann fra Storvatnet (tilsvarer teoretisk overføringskapasitet)
- Å ikke ha noen krav om minstevannføring i Fossbergfossen
- Å videreføre stengingen av Fossbergfossen med fiskesperre for oppgang av anadrom fisk til Storvatnet også etter at dagens tillatelse går ut i år 2011





**Figur 5.** Anlegget har vanninntak i Storvatnet, som er oppdemmet, og er regulert 1,61 m mellom kote 9,78 (LRV) og 11,39 (HRV). Bilde øverst viser demningen med det åpne og uberørte overløpet i bakgrunnen, og ved befaringen høsten 2003 (under) med fiskesperren monterert i åpningen (fra Johnsen m.fl. 2002).

Anlegget fikk vassdragskonsesjon fra NVE den 3. juli 2007 til regulering og uttak av vann i Storelvvassdraget på følgende vilkår:

- Storvatnet reguleres mellom kote 9,78 (LRV) og 11,39 (HRV) med krav om tydelige vannstandmerker
- Vannuttak i samsvar med søknad. Krav om installasjon av vannmåler samt registrering og føring av protokoll over forbruk
- Fiskesperren må fjernes etter 13. juni 2011 da gjeldende konsesjon av 13. juni 1996 går ut
- Krav om minstevannføring på 200 l/s i Fossbergfossen hele året. Kan tas opp til ny vurdering når tillatelsen til fiskesperren løper ut 13. juni 2011.

I vedtaket sier det også at ved en eventuell konflikt mellom tilsig av vann i forhold til vannbruk og minstevannføring samtidig som vannstanden i Storvatnet er på laveste regulerede vannstand, mener NVE at behovet til settefiskanlegget skal gå foran kravet om slipping av minstevannføring i Fossbergfossen. Dette må likevel begrenses slik at settefiskanlegget ikke skal ta ut mer vann enn hva som er oppgitt i søknaden for den aktuelle perioden dette oppstår. Tilsig ut over dette skal slippes som minstevannføring i elven. Samtidig må det iverksettes vannbesparende tiltak i settefiskanlegget.

Anlegget har ellers anket NVE sitt krav om at fiskesperren skal fjernes etter 13. juni 2011 inn for Olje- og energidepartementet. De ønsker dette vedtaket opphevet eller utsatt. Begrunnelsen for anken er at kostnaden for bedriften ved etablering og drift av et vannbehandlingsanlegg blir for stor i forhold til ulempen for allmennheten ved at fiskesperren opprettholdes.

Anlegget har oksygeneringsanlegg med tilførsler både til driftsvannet (AGA kjegler) og ved diffusorlanger styrt av "Oxyguard commandor" til de enkelte karene. En vil benytte opptil 200 % oksygentilsetting på inntaksvannet i hele produksjonssyklusen fram til smoltutsett. Det er således investert i utstyr som sørger for oksygentilsetting i driftsvannet samt individuell oksygentilsetting til hvert kar, der det er montert diffusorer for å sikre jevn og stabil oksygentilsetting. Her benyttes et system med datastyrte magnetventiler som gir automatisk tilførsel av oksygen. Magnetventilene åpner seg ved en nedre grense på 8 mg O<sub>2</sub>/l vann, og stenges ved en oksygenmetning på 10 mg O<sub>2</sub>/l vann.

## PRIVATRETTLIGE FORHOLD KNYTTET TIL VANNUTTAKET

Storvatnet ble demmet opp allerede på 1800 tallet for å gi vann til et sagbruk. Ved settefiskanlegget sin oppstart i 1980 ble den opprinnelige tredemningen erstattet med en tilsvarende betongdemning, mens reguleringen av Storvatnet fortsatte som før.

Alle arealer som er benyttet til smoltanlegget er festet.

Vannrettighetene (fallet i Fossbergfossen og regulering av Storvatnet innenfor "normale" flom- og lavvannstander) innehas ved leieavtale med Statens Skoger, som også har gitt rett til å framføre vannet i ledninger på statens grunn mellom Storvatnet og Lonet. Denne avtalen ble forlenget med 10 år i 2009. Firma Albert Collet leier også ut vannrettigheter til Marine Harvest Norway AS og har strandrett i både Storvatnet, Lonet og i Eiterfjorden. Selve smoltanlegget ligger på grunn utleiet av Aslaug Tangen (gnr. 95, bnr. 8 festenummer 4) og på en fylling i sjø eid av Firma Albert Collet (gnr. 95, bnr. 3 festenummer 7).

Som en kompensasjon for stengingen av elva, betaler anlegget en årlig godtgjørelse til grunneierlaget.

## PLANLAGT PRODUKSJON

Anlegget legger opp til å produsere følgende tre grupper med fisk

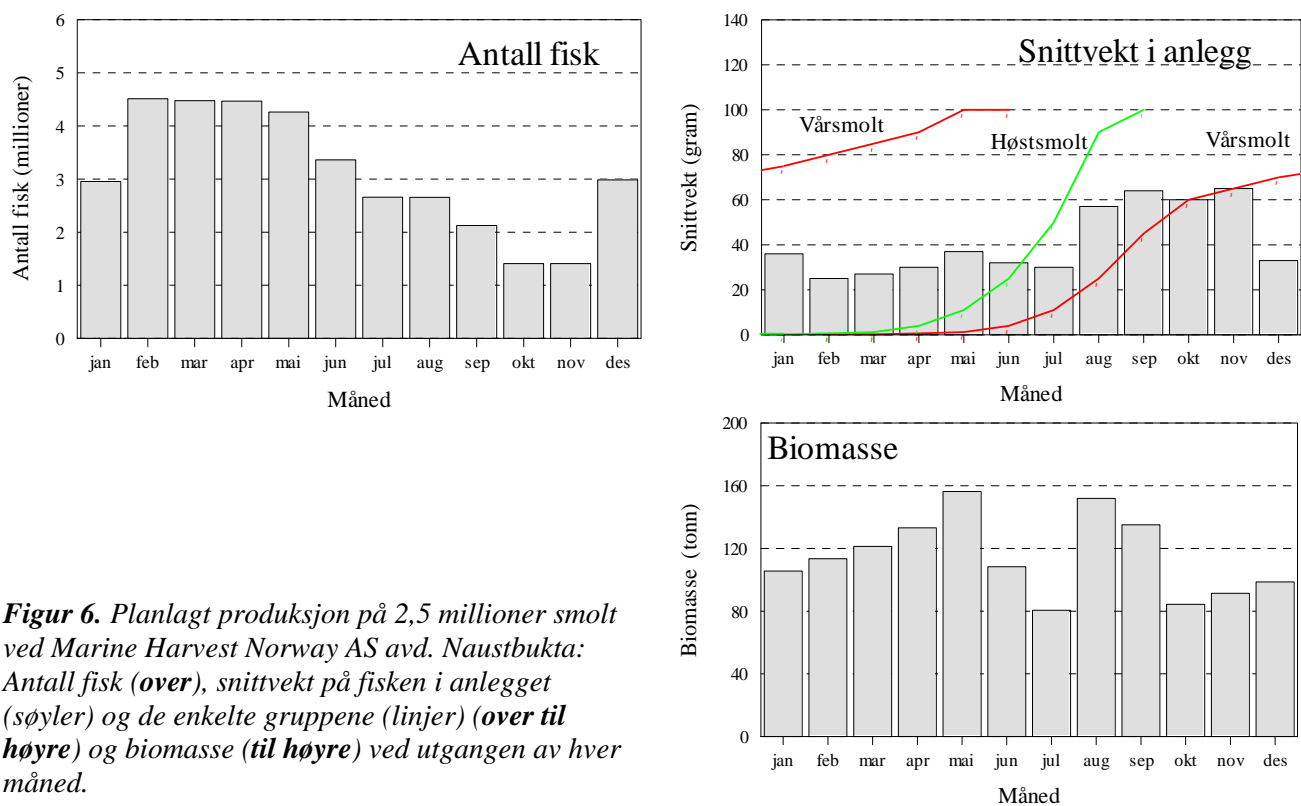
- 1,1 mill stk høstsmolt, snittvekt 100 gram for 55 – 45 % levering i august og september
- 1,4 mill stk ettårsmolt, snittvekt 100 gram for 50 – 50 % levering i mai og juni

Produksjonssyklusen i anlegget er planlagt som følger: 1,58 millioner yngel klekkes og startføres i slutten av desember (uke 52) vel åtte uker etter innlegging av 1,6 mill øyerogn rundt 1. november. Denne gruppen føres fram til 1,1 millioner 100 grams høstsmolt for salg i august og september. En restbeholdning på rundt 217.000 fisk overføres til gruppen som skal bli ettårsmolt. Vel 1,58 millioner yngel klekkes og startføres i slutten av februar rundt åtte uker etter innlegging av øyerogn i begynnelsen av januar. Denne gruppen, samt restbeholdningen fra det første innlegget, føres fram til 1,4 millioner 100 grams ettårsmolt for salg i mai og juni.

**Tabell 1.** Beskrivelse av planlagt driftssyklus etter utvidelsen av anlegget ved Lonet i Naustbukta med overslag over fiskemengde ved utgangen av hver måned gjennom året av alle typer fisk, samt samlet mengde i anlegget. Gjennomsnittlig produksjonstemperatur for de ulike gruppene er angitt.

	Høstsmolt				Ettåring						Samlet i anlegget		
	temp °C	antall 1000	snittvekt gram	mengde tonn	antall 1000		snittvekt gram		mengde tonn		antall 1000	snittvekt gram	mengde tonn
J	2	1550	0,2	0,31	1404		75		105,3		2954	36	105,6
F	2	1530	0,6	0,92	1580	1403	0,2	80	0,3	112,2	4513	25	113,5
M	2	1525	1,2	1,83	1550	1402	0,2	85	0,3	119,2	4477	27	121,3
A	3	1522	4	6,09	1545	1401	0,6	90	0,9	126,1	4468	30	133,1
M	7	1319	11	14,51	1542	1400	1,2	100	1,9	140,0	4261	37	156,4
J	11	1318	25	32,95	1342	700	4	100	5,4		3360	32	108,3
J	15	1317	50	65,85	1341		11	14,8			2658	30	80,6
A	15	1316	90	118,44	1340		25	33,5			2656	57	151,9
S	11	717	100	71,70	1409		45	63,4			2126	64	135,1
O	7			0,00	1407		60	84,4			1407	60	84,4
N	4			0,00	1406		65	91,4			1406	65	91,4
D	3	1580	0,2	0,32	1405		70	98,4			2985	33	98,7

Samlet levert mengde fisk i anlegget blir 250 tonn. Samlet årlig produksjon i anlegget blir da på 258 tonn. Det er i disse produksjonsanslagene regnet omtrent 22 % svinn/utsortering fra startfôring og gjennom produksjonssyklusen fram til fisken er levert fra anlegget. Dette tapet utgjør en samlet fiskemengde på 8 tonn for hele anlegget (fra **tabell 1**). Med en fôrfaktor på 1,2, vil det medgå 310 tonn fôr årlig. Det planlagte anlegget vil ha en maksimalbelastning på vel 155 tonn i april (**figur 6**).



**Figur 6.** Planlagt produksjon på 2,5 millioner smolt ved Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta: Antall fisk (**over**), snittvekt på fisken i anlegget (søyler) og de enkelte gruppene (linjer) (**over til høyre**) og biomasse (**til høyre**) ved utgangen av hver måned.

## AVLØP TIL SJØ

Avløpsvannet slippes urensert ut i sjø i Naustbukta på 30 m dyp gjennom en rundt 175 m lang avløpsledning (710 mm PEH, jf. **figur 3**).

Utslipp fra fiskeanlegg tilsvarer en slamproduksjon på ca 1 tonn pr tonn produsert fisk, og med et tørrstoffinnhold 25-30% tilsvarer dette 300 kg tørrstoff, eller omtrent 150 kg organisk karbon (TOC). Rense- og avløpskrav måles også gjerne i utslipp av stoff som gir "biologisk oksygenforbruk (BOF<sub>7</sub>)", som er den mengden oksygen som forbrukes under gitte betingelser i løpet av en 7 døgns biokjemisk oksidasjon av løst og partikulært organisk stoff. Det finnes ikke noe standard omregningstall for forholdet mellom TOC og BOF<sub>7</sub>, siden dette avhenger av sammensetningen av prøven med hensyn på mengde partikler og løst stoff, og partiklenes størrelse og løsløshet og prøvens "alder" etter uttak. Men basert på målinger av kommunal avløpsvann viser det seg at 1 tonn TOC tilsvarer omtrent 1,75 tonn BOF<sub>7</sub>, eller 1,5 tonn BOF<sub>5</sub> (BOF<sub>7</sub>/BOF<sub>5</sub>=1,167).

Det planlagte anlegget i Naustbukta vil, med en årlig produksjon på nesten 260 tonn fisk, da få følgende "utslipp":

- **Samlet utslipp blir da på omtrent 39 tonn TOC / 68 tonn BOF<sub>7</sub> / 58 tonn BOF<sub>5</sub>.**

Utslipp av næringsstoff fra fiskeoppdrettsanlegg varierer med fôrets sammensetning og fôrfaktoren, men tilsvarer i størrelsesorden 12-15 kg fosfor pr. tonn fisk produsert. Med en samlet årlig produksjon i anlegget på omtrent 260 tonn, tilsier dette en totalmengde på 3,9 tonn fosfor i avløpet fra karene. Erfaringstall viser at i størrelsesorden 70 % av fosforet som tilføres via spillfôr og fiskeavføring er partikkelbundet, mens de resterende 30 % er løst.

- **Samlet utslipp blir da på omtrent 3,9 tonn fosfor hvorav 1,2 tonn er oppløst**

Fylkesmennenes behandling av oppdrettssaker (SFT veileder kapittel 5) har egne formler for beregning av utslipp basert på biologisk produksjon (her 260 tonn) og fôrbruk (her 310 tonn) slik:

- **Nitrogen** = fôrbruk \* 0,0736 – total produksjon \* 0,0296 = **15,1 tonn årlig**
- **Fosfor** = fôrbruk \* 0,013 – total produksjon \* 0,0045 = **2,9 tonn årlig**
- **Organisk stoff** = fôrbruk \* 0,8 \* 0,15 = **37,2 tonn – uvisst hvilken enhet**

## PLANLAGT VANNBRUK ETTER GJELDENE NVE-KONSESJON

Den tilgjengelige mengden vann til settefiskproduksjonen på anlegget er regulert gjennom vilkårene gitt i NVE konsesjonen av 23. juli 2007. Anlegget kan ta ut vann i samsvar med innsendt søknad om NVE-konsesjon, der det ble skissert et månedlig forbruk med omtrent 30 m<sup>3</sup>/min i gjennomsnitt og et maksimalt forbruk på 38 m<sup>3</sup>/min. Det viktigste er at vannuttaket ikke skal overstige 38 m<sup>3</sup>/min, og at en holder seg innenfor reguleringsgrensene (Pernille Bruun, pers medd.), noe som i praksis innebærer at anlegget står noe friere til å styre vannuttaket i forhold til det oppgitte månedlige behovet i NVE-søknaden. Anlegget kan regulere Storvatnet med 1,61 m mellom kote 9,78 moh (LRV) og 11,39 moh (HRV). Det er således en forutsetning for en utvidelse av produksjonen ved anlegget at vannbruken på anlegget og nedtapping av Storvatnet skal skje innenfor gjeldende vilkår for regulering og vannuttak i NVE-konsesjonen.

Dette tilsier at en som grunnlag for en søknad om en utvidet produksjon til 2,5 mill sjøklar smolt bør legge opp til et forbruk av ferskvann som tilfredsstillende dette. Både vannbruk og vannstand vil bli logget ved anlegget.

Med den omsøkte produksjonssyklusen og 200 % oksygenering av driftsvannet vil anlegget kunne ha behov for å iverksette vannsparende tiltak i august for at vannforbruket skal samsvare med vilkårene i NVE-konsesjonen, og dette er diskutert lenger bak i rapporten. Vannbehovet i august er nok også noe lavere enn det teoretiske, all den tid vannberegningene forutsetter at all fisken står i anlegget hele måneden, mens halvparten av fisken er levert i slutten av august. Anlegget har framtidige planer om å montere karlufterne for CO<sub>2</sub> fjerning på 8 m karene. Når dette benyttes, vil ferskvannsbehovet bli ytterligere redusert om sommeren. Anlegget skal også få vannmålere (flow-målere) på det meste av ferskvannet som blir brukt, slik at det er mulig å styre uttaksregimet av vann innenfor gjeldende rammer.

## AVGRENSING AV TILTAKS- OG INFLUENSOMRÅDET

Tiltaksområdet for denne vurderingen består av alle områder som blir direkte fysisk påvirket ved gjennomføring av det planlagte tiltaket og tilhørende virksomhet (jf. Vannressursloven § 3), mens influensområdet også omfatter de tilstøtende områder der tiltaket vil kunne ha en effekt.

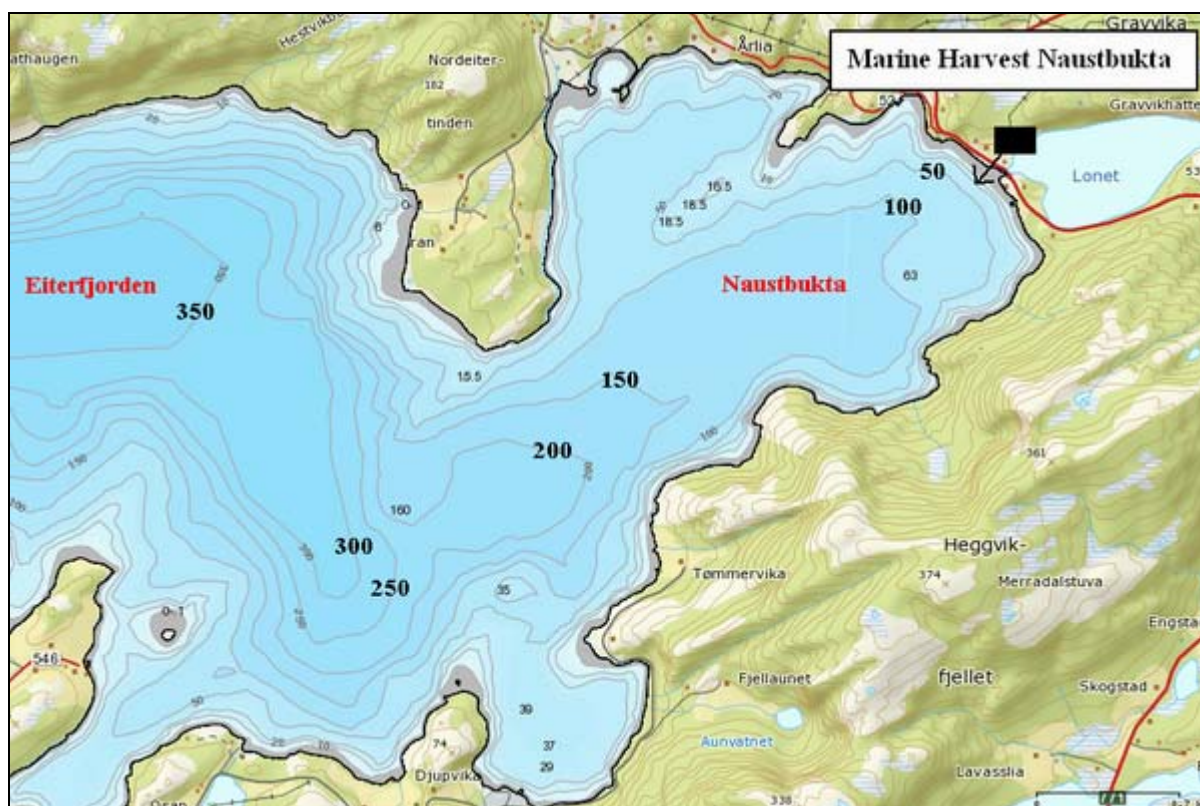
Tiltaksområdet for den omsøkte utvidelsen ved Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta blir det eksisterende anleggsområdet ved en økning i produksjonen innenfor det allerede utbygde anlegget. Anleggsområdet er i dag avsett til industri/oppdrett i kommuneplanen. Det vil således ikke skje noen fysiske endringer på anlegget i forbindelse med utvidelsen.

Influensområdet vil omfatte de umiddelbart tilstøtende områder, der det planlagte tiltaket vil kunne tenkes å ha effekt på miljøet eller opplevelsen av dette, så som en økning av utslippene fra anlegget og eventuelle virkninger på vassdraget ved økt vannbruk. I dette tilfelle er den siste vurderingen allerede gjort ved tildelt NVE-konsesjon for vannuttaket til den planlagt utvidete produksjonen.



## RESIPIENTEN SAGVÅGEN

Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta har ett utslipp til sjø i Naustbukta på 30 m dyp rundt 30 – 75 m fra land. (**figur 7**). Naustbukta er vid og nokså dyp, med en åpen og god forbindelse til Eiterfjorden. Fra avløpet skråer det middels bratt nedover mot vest til 100 m dyp vel 300 meter vest for avløpet. Herfra dybdes det videre nedover mot vest der det i overgangen til Eiterfjorden er 250 m dypt 5 km vest for anlegget. Videre mot vest dybdes det til over 350 m dyp i Eiterfjorden. Selv om utslippet går ut innerst i en bukt, er denne åpen, vid og dyp der vannmassene er forbundet med åpne og stadig dypere vannmasser i retning vest. Utslippet ligger heller ikke bak noen terskler i resipienten utenfor anlegget, og den åpne forbindelsen mot vest til dypere vannmasser, medfører meget gode utskiftingsforhold og bidrar til en høy resipientkapasitet i sjøområdet (**figur 7**).

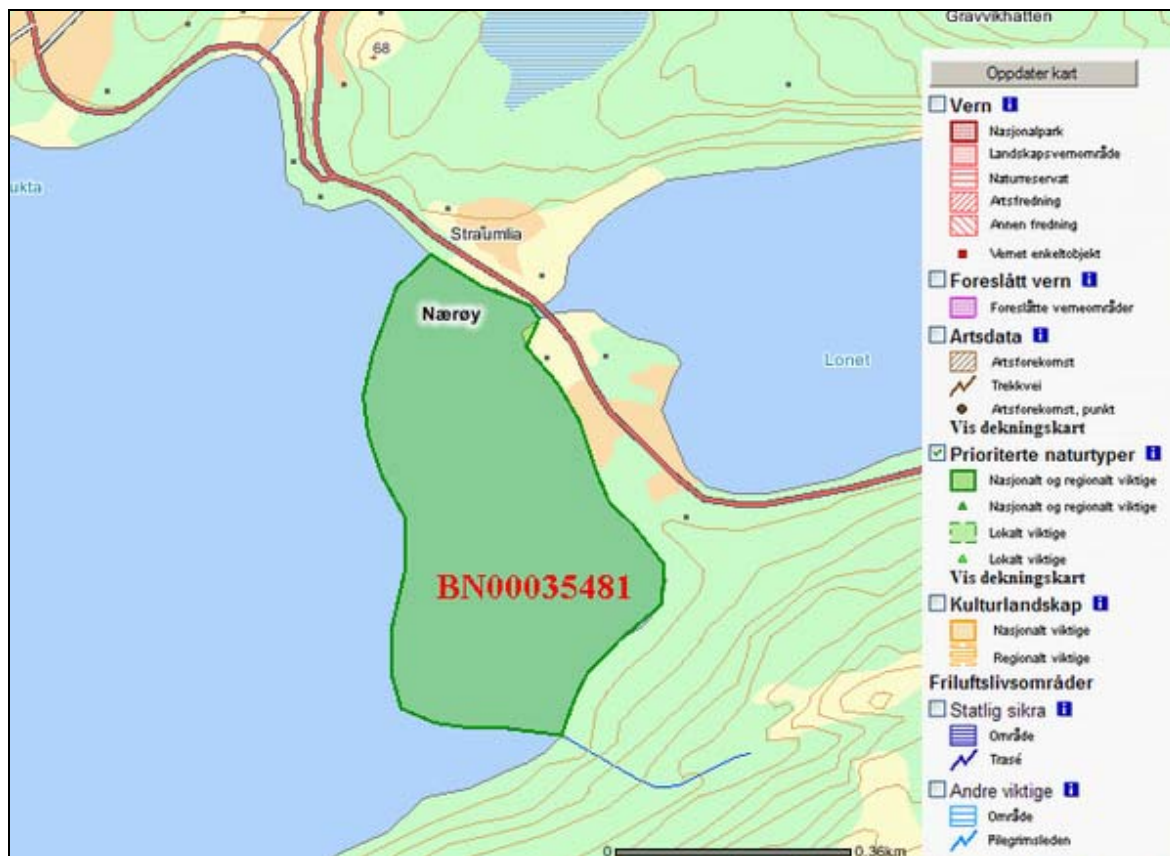


**Figur 7.** Anlegget har sitt utslipp innerst i Naustbukta, som er et bredt, dypt og vidt sjøområde med god vannutskifting og gradvis økende dyp vestover (fra <http://kart.fiskeridir.no> /adaptive/).

Rådgivende Biologer AS utførte i 2001 en enkel grabbundersøkelse utenfor avløpet til anlegget (Johnsen m. fl. 2002). Det ble tatt 10 grabbhogg ved og utenfor avløpet. Det var sparsomt med sediment alle stedene, prøvevolumet var lite og bestod stort sett av stein/grus, litt skjellsand og sand. Ingen steder hadde synlige tegn til organisk påvirkning fra utslippene, og det ble da heller ikke funnet avsetninger fra anlegget eller synlige tegn på belastede forhold ved og utenfor utslippet. Undersøkelsen viste som forventet ingen synlig påvirkning fra anlegget og gode miljøforhold rundt selve avløpet og i sjøområdet rundt. På grunn av sparsomt med sediment, var det lite dyr i prøvene. Det ble heller ikke observert fôr/pellet eller organisk avfall fra anlegget (Johnsen m. fl. 2002).

## BIOLOGISK MANGFOLD OG VERNEINTERESSER

Det er ingen registrerte **verneinteresser** eller **artsforekomster** i området rundt anlegget ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)). Av **prioriterte naturtyper** tilknyttet anlegget ligger det et område i sjø innerst i Naustbukta like utenfor Lonet som består av israndavsetninger (randmorener, morenebelte). Området er av viktig verdi, jf. **figur 8**.



*Figur 8. Prioriterte naturtyper i området (fra Naturbase).*

## FISK OG FERSKVANNSBIOLOGI

Disse forholdene er tidligere utredet i forbindelse med NVE søknad om konsesjon for uttak av vann og regulering av Storvatnet (Johnsen mfl. 2002).

## VANNKVALITET

Settefiskanlegget ved Lonet har hatt samme vannkilde 1979 og ikke hatt problem knyttet til vannkvalitet ved anlegget. Vassdraget var også lakseførende, og må derav også slutes å ha gode vannkvaliteter. NIVA har utført en vannanalyse i 2006, og resultatene derfra er vedlagt.



## KULTURMINNER

Det er ingen registrerte kulturminner på og rundt selve anleggsområdet, men rundt 700 m nord for anlegget er det registrert et kirkested (reg. nr 84412) som ikke er fredet (**figur 9**).

**Figur 9.** Det nærmeste registrerte kulturminnet fra riksantikvarens Askeladden-database.



## AKVAKULTUR OG SMITTEHENSYN

Det er henholdsvis 1,9 og 5,0 km til lokalitetene Digermulen (lok. nr 10264) og Kvitneset (lok. nr 12727). Begge disse lokalitetene er matfisklokaliteter for laks og aure og er godkjent for en MTB på 3120 tonn. Lokalitetene drives i samdrift av Bjørøya Fiskeoppdrett AS og Midt Norsk Havbruk AS (**figur 10**). Det er 4,7 km til settefiskanlegget på lokaliteten Osavatnet (lok. nr 13181) tilhørende Midt Norsk Havbruk AS. Det er 4 km til blåskjellanlegget ved Stor-Hestvika (lok. nr 12702) tilhørende Holmen Skjell DA. Settefiskanlegget henter sitt vann fra Storvatnet, og det er ikke oppgang av laksefisk dit.



**Figur 10.** Settefiskanlegget ved Lonet i Naustbukta og tilgrensende akvakulturvirksomhet i sjøområdene utenfor. Settefiskanlegg er lilla, matfiskanlegg laks er rød, og skjellanlegg er blå (fra [www.fiskeridir.no](http://www.fiskeridir.no)).

## VURDERING AV VIRKNING OG KONSEKVENSER

Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta henter vann fra Storvatnet som har et 39 km<sup>2</sup> stort nedbørfelt. Samlet gjennomsnittlig avrenning fra vassdraget er på 138 m<sup>3</sup>/min. Vassdraget inneholder en stor innsjø som kan reguleres 1,61 m, og som gir et magasin på 2,91 mill m<sup>3</sup>. Det foreligger NVE konsesjon etter vannressursloven av 3. juli 2007 for reguleringen og uttak av vann fra vassdraget.

Når det nå søkes om en utvidelse av konsesjonene fra 1,0 til 2,5 millioner sjødyktig settefisk, vil det ikke være behov for å ta ut mer ferskvann enn dagens rammer i gjeldende NVE konsesjon, og både vannuttak og regulering av Storvatnet vil skje innenfor gjeldende vilkår. I kombinasjon med tilrettelegging av vannsparende tiltak på anlegget, vil dette sikre at uttaket av vann holdes innenfor gjeldende regulerings høyde i kritiske perioder.

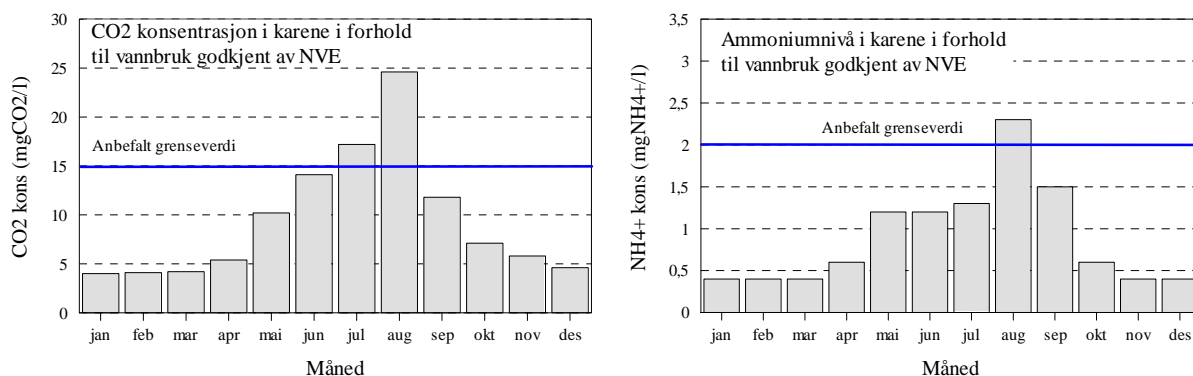
### VANNBRUK OG KRAV TIL GODT KARMILJØ

I "Forskrift om drift av akvakulturanlegg, § 22, Vannkvalitet, første ledd står det: "Fisk skal til enhver tid ha tilgang på tilstrekkelige mengder vann av en slik kvalitet at fiskene får gode levekår alt etter art, alder, utviklingstrinn, vekt, og fysiologiske og adferdsmessig behov, og ikke står i fare for å bli påført unødige påkjenninger eller skader, herunder også senskader som deformiteter."

Dette innebærer at i settefiskanlegg skal fisken til enhver tid sikres den vannmengde og vannkvalitet som sørger for et godt internmiljø i karene slik at bla. Surhet (pH), oksygennivå og nivået av nedbrytingsproduktene CO<sub>2</sub> og ammonium ligger innenfor akseptable tålegrenser. Dersom råvannet har for lav pH og er ionefattig, bør råvannet behandles. Ved intensiv produksjon og redusert vannbruk må det tilsettes oksygen til driftsvannet samt individuelt til hvert kar. Det er gjort mye forskning på hva som er akseptable nivåer av CO<sub>2</sub> og ammonium i produksjonsvann for settefisk av laks og ørret, der man vanligvis anbefaler at nivået av CO<sub>2</sub> og ammonium i vannet ikke skal overstige henholdsvis 15 og 2 mg/l i karene (Fivelstad m. fl. 2004, Ulgenes og Kittelsen 2007).

Dersom en tar utgangspunkt i den omsøkte produksjonen og kun estimert vannbruk ved 200 % O<sub>2</sub> metning av driftsvannet uten karlufting, vil CO<sub>2</sub> konsentrasjonen i karene overstige anbefalt grense på 15 mg CO<sub>2</sub>/l om vinteren og senhøstes. Dette er fordi den tilgjengelige mengden oksygen pr l vann til fisken i karene er høyest ved lave temperaturer, og CO<sub>2</sub> nivået øker tilsvarende. Dette løses enkelt ved å gi fisken noe mer vann i den kalde årstiden, - fremdeles godt innenfor den gjeldende NVE konsesjon for uttak av vann. Ved en vannbruk opp mot øvre grense på 38 m<sup>3</sup>/min på seinsommeren i henhold til NVE-konsesjonen (**figur 11**), må en også vurdere å senke temperaturen i karene, eller forsere utsett av høstfisk i august for å få ned CO<sub>2</sub> nivået i karene.

Nivået av ammonium i karene vil hele tiden ligge rett under den anbefalte grensen på 2 mg/l i karene ved den beregnede vannbruken ved 200 % O<sub>2</sub> metning av driftsvannet uten karlufting. Ved et månedlig forbruk som styres av rammene i NVE konsesjonen, vil nivået av ammonium i karene bare overstige anbefalt grense i august (**figur 11**). Dette kan også løses ved å øke vannmengden og eventuelt sette fisken i sjø noe tidligere for ikke å overstige 2 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l i karene.



**Figur 11.** Beregnet CO<sub>2</sub>/l i karene (til venstre) og tilsvarende for nivået av NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l (til høyre) ved en vannbruk i samsvar med NVE konsesjonen. Figurene viser at det bare er på sommeren at en vil måtte sette i verk ekstra tiltak for å dempe ammonium- CO<sub>2</sub> nivået i karene, f. eks forsere utsett av fisk og/eller senke temperaturen på inntaksvannet.

## KONSEKVENSER FOR BIOLOGISK MANGFOLD / VERNEINTERESSER

Den planlagte utvidelsen vil ikke ha noen virkning på de prioriterte naturtyper i sjø innerst i Naustbukta. Det antas derfor ingen konsekvens av utvidelsen.

## KONSEKVENSER FOR KULTURMINNER

Det registrerte kulturminnet i Naustbukta ligger 700 m nord for anlegget, dvs. langt fra tiltaksområdet, og derved har utvidelsen ingen virkning for det ene registrerte kulturminnet. Rundt automatisk fredete kulturminner hører det i henhold til Kulturminnelovens § 6, en sikringssone for å beskytte kulturminnet mot skadelige inngrep. Hvis et slikt område ikke er spesielt definert, gjelder en 5 meters sikringssone ut fra kulturminnets ytterkant.

## KONSEKVENSER FOR LANDSKAP

Det blir ingen virkninger for landskapet og oppfattelsen av det ved den omsøkte utvidelsen av anlegget. Produksjonen vil foregå i allerede utbygget karkapasitet.

## KONSEKVENSER FOR LANDBRUK

Tiltaksområdet innbefatter ikke landbruksområder eller landbruksinteresser.

## KONSEKVENSER FOR FRILUFTS- OG ANDRE BRUKERINTERESSER

Utvidelsen ved settefiskanlegget er planlagt innenfor eksisterende utbygd anleggsområde. Tiltaket vil således ikke medføre noen bruksendring, og vil for øvrig ikke få noen virkning for friluftsliv eller andre brukerinteresser knyttet til vassdraget eller fjorden.



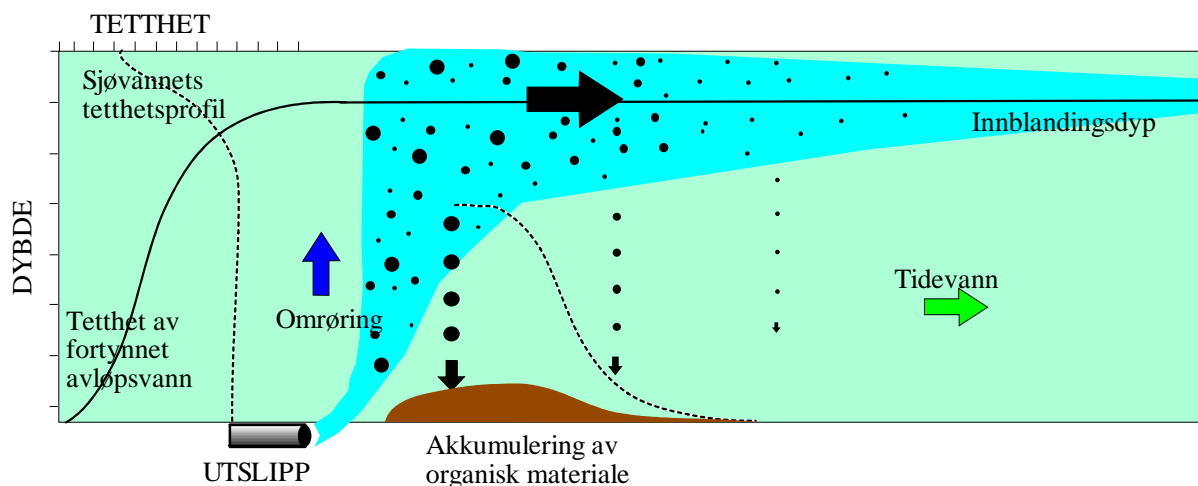
## KONSEKVENSER FOR VANNKVALITET OG VANNFORSYNING

Det planlagte tiltaket medfører ingen virkning for vannkvalitet eller vannforsyningsinteresser i vassdraget, siden den omsøkte økningen av vannuttaket skal skje innenfor gjeldende regulering av Stortvatnet og uttak av vann gitt i konsesjonen fra NVE.

## KONSEKVENSER FOR RESIPIENTFORHOLD I FJORDEN

En utslippsledning leder vannet ut på 30 m dyp mellom 5 og 10 m dyp i Sagvågen rundt 30 – 75 m fra land. Vi kjenner til at det tidligere er utført en MOM B-undersøkelse utenfor avløpet til smoltanlegget, og denne viste meget gode miljøforhold utenfor avløpet (Johnsen m.fl. 2002).

En økning i produksjonen til 2,5 mill stk settefisk vil gi en økning av utslippene i sjø med 1,5 ganger i forhold til dagens ramme på 1 millioner smolt. Men utslippene går ut i vannmasser som vide, åpne og dype og forbundet med den utenforliggende store og dype Eiterfjorden. Utslipet ligger ikke bak noen terskler i resipienten utenfor anlegget, og den åpne og stadig dypere forbindelsen mot vesttil dypere vannmasser, medfører med gode utskiftingsforhold og bidrar til en høy resipientkapasitet i sjøområdet. Utslippene ligger også i et sjøområde med betydelig effekt av tidevannet, med en forskjell på 1,8 meter mellom middel høyvann og lavvann. Dette sikrer en god vannutskifting og vannstrøm i sjøområdet utenfor utslippene. Det kan derfor forventes gode omsetningsforhold for organisk materiale og lite påvirkete sedimenter rundt avløpet og i dets nærområde, slik som tidligere undersøkelser har vist. Dette skyldes også at ferskvannutslippene gir en upvellingseffekt ved at det lettere ferskvannet strømmer opp som en fontene mot overflaten og blandes inn til sitt innlagringsdyp (figur 12).



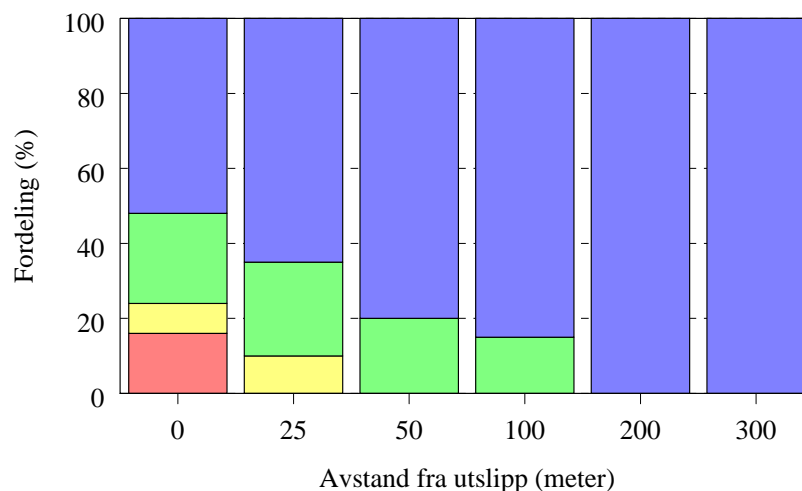
**Figur 12.** Prinsippskisse for primærfortynningsfasen av innblanding av et ferskvannsutslipp i en sjøresipient, uten gjennomslag til overflaten og kun lokal sedimentering av organiske tilførsler i resipientens umiddelbare nærhet til utslippspunktet. Utslipet får økt sin tetthet ettersom det lettere ferskvannet stiger opp og blandes med sjøvannet (heltrukken linje og lyseblått).

På grunn av de så pass dype utslippspunktet, vil den store ferskvannsfontenen medføre at de finpartikulære tilførslene spres effektivt vekk fra utslippstedene i vannsøylen med tidevannet. De største partiklene vil sedimentere rundt avløpet og i deres nærområde der tilførslene blir effektivt omsatt og nedbrutt. Den sterke oppstigende strømmen tar med seg alle de finere partiklene som blir innlagret i vannsøylen. Tilførsler av organisk stoff til dette sjøområdet vil derfor ikke medføre belastning på oksygennivå i de dypere vannlagene i Naustbukta. Utslippets finere partikler fordeler seg i den delen av vannsøylen som har gode strøm- og oksygenforhold, og etter hvert fortynnes og transporteres bort fra utslippstedet i Naustbukta. Siden Naustbukta er et sjøområde med meget god vannutskifting, vil en eventuell økning i næringssaltkonsentrasjonen kun være sporbar helt inntil avløpet, mens avløpsvannet vil være fortynnet til bakgrunnsnivå i relativt kort avstand fra avløpet.

Undersøkelser fra en rekke tilsvarende utslipp av denne type viser derfor at det kun er mulig å spore miljøeffekter i den umiddelbare nærhet av selve utslippet. Dette gjelder både utslipp til tersklete resipienter med utslipp over terskeldyp samt utslipp i utersklete resipienter, slik som i Naustbukta. De samlede utslippene til Naustbukta vil øke en del i forhold til dagens konsesjonsramme, men dette vil trolig i meget liten grad gi noe nedslamming eller negative effekter i resipienten siden utslippene går ut i et sjøområde med meget god vannutskifting. Det er derfor ikke planlagt noe rensing av avløpet fra anlegget

Rådgivende Biologer AS har gjennomført undersøkelser ved avløp fra rundt 20 settefiskanlegg langs kysten. Der er benyttet NS 9410-metodikk med en 0,025 m<sup>2</sup> stor grabb, og prøver er tatt i økende avstand fra eksisterende utslipp. Da får en et bilde på utbredelsen av miljøvirkningen på bunnen, der selv store utslipp sjelden har noen betydelige miljøvirkning mer enn 50 meter unna selve utslippspunktet (**figur 13**).

**Figur 13.** Sammenstilling av resultater fra Rådgivende Biologer AS undersøkelser ved utslipp til sjø fra rundt 20 settefiskanlegg, der det er benyttet MOM-B / NS 9410:2007-metodikk med grabbhogg i økende avstand fra selve utslippspunktet. Fargene er i henhold til NS 9410:2007: Blå = "meget god", grønn = "god", gul = "dårlig" og rød = "meget dårlig".



## SAMFUNNSMESSIGE VIRKNINGER

En utvidelse av anlegget vil styrke det lokale næringsgrunnlaget og bidra til å sikre arbeidsplassene ved anlegget. Marine Harvest Norway AS avd. Naustbukta leverer all smolten til Marine Harvest Norway AS sine matfiskanlegg i regionen. En utvidelse ved settefiskanlegget vil styrke denne "klyngen" med lokaliteter og vil dekke inn en større del av behovet for settefisk.

## REFERANSER

**GJEDREM, T. 1993.**

Fiskeoppdrett. Vekstnæring for distrikts-Norge.  
Landbruksforlaget AS, 383 sider, ISBN 82-529-1398-9

**JOHNSEN, G.H., B.A.HELLEN, T.TELNES & E.BREKKE 2002.**

Prøvefiske i Storvatnet og resipientvurdering i Naustbukta for Stolt Sea Farm sitt settefiskanlegg NT/Nr 006 Naustbukta.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 580, 26 sider.*

**FIVELSTAD, S., Y. ULGENES, T. JAHNSEN, M. BINDE, M. LUND, E. KEISERÅS & A. ALBRIGTSENS 2004.**

Vannbehov og reguleringsmekanismer for norske settefiskanlegg  
*Havforskningsinstituttets Havbruksrapport 2004, kap 5.3, sidene 130-133.*

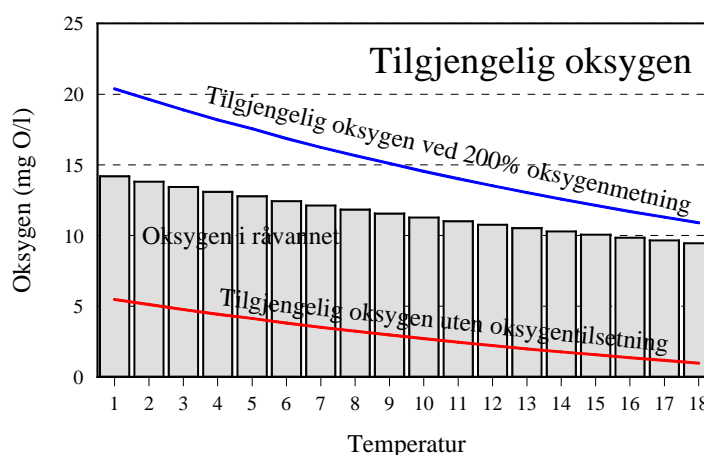
**ULGENES, Y. & A. KITTELSEN 2007.**

Resirkulering – framtidens oppdrettsmetode for alle settefiskprodusenter?  
*Intervet Agenda nr. 6/ juni 2007, 4 sider.*

## VEDLEGG OM VANNBRUK I SETTEFISKOPPDRETT

Det har skjedd en rivende utvikling i utnyttelsen av vann i settefiskproduksjon. Utgangspunktet er at fisken skal ha tilgang på rent vann med tilstrekkelig med oksygen. Dersom man kun benytter oksygenet som er tilgjengelig i driftsvannet, og har krav om at avløpsvannet skal ha minst 7 eller 8 mg O/l, vil bare en liten del av oksygenet være tilgjengelig (rød linje i **figur A**). Dette var utgangspunktet i næringens tidlige fase, da *gjennomstrømningsopplegg* var dominerende (til venstre i **figur C**). Det var da vanlig å regne at en trengte minst 1 liter vann pr kg fisk pr minutt, og gjerne opp mot både 2 og 3 l / kg / min.

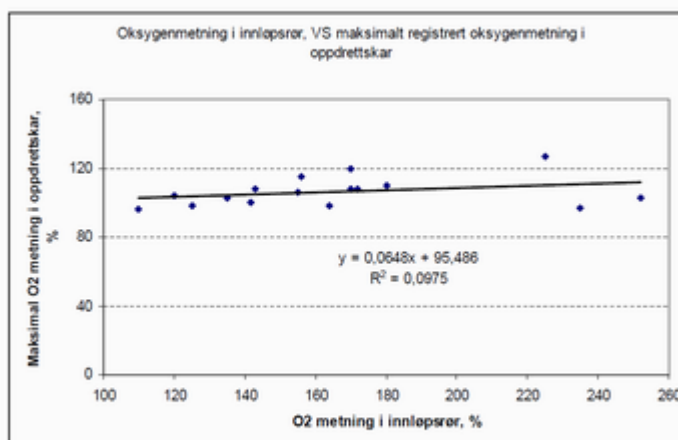
**Figur A.** Tilgjengelig oksygen i ulike vann-kvaliteter avhengig av temperatur: Oksygen i driftsvannet (grå søyler), tilgjengelig andel for fisken (rød linje) og tilgjengelig for fisk ved 200 % oksygenmetning (blå linje).



Det er nå vanlig å *tilsette oksygen til driftsvannet* slik at tilgjengelig oksygenmengde i innløpet til karene er større. Med samme krav til konsentrasjon i avløpet, kan en da produsere mange ganger så mye fisk på en liter vann ved 12°C som en ellers kunne gjort (blå linje i **figur A**). Ved driftsoksygenering baserer en seg på høyt trykk i gassinnløpere for å få mer gass inn i vannet som skal superoksygeneres. Oksygen blir tilsatt driftsvannet gjennom delstrømsprisippet da man tar ut en delstrøm og overmetter denne med gass før delstrømmen tilsettes hovedledningen og deretter til hvert kar. Feks. Benytter Hydro Gas sitt HT system et gasstrykk på opptil 6 bar der det kan oppnås en overmetning på minst 1000 %. Dersom delstrømmen utgjør 15 % av vannmengden i hovedledningen, vil inntaksvannet inn til karet være overmettet til 250 %. Ønskes en høyere innblandingsprosent, kan man ta ut en ny delstrøm på samme vannledning og superoksygenerer denne. I alle våre beregninger er minimumsvannbehovet for anlegget regnet ut fra at en benytter oksygenert vann med 200% metning inn i karene. Dette er situasjon to fra venstre i **figur C**, og det er da vanlig å regne at en trenger mellom 0,1 og 0,5 liter vann pr kg fisk pr minutt.

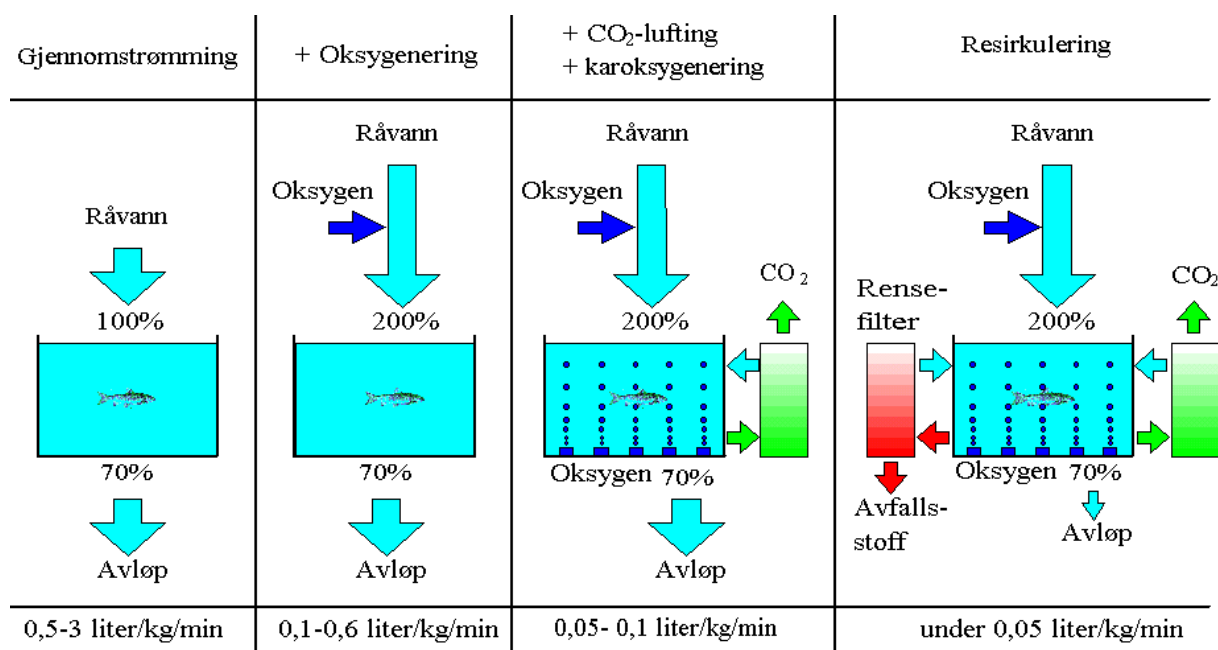
**Figur B.** Det er liten sammenheng mellom oksygenmetningen i innløpsrøret og maksimalt registrert oksygenmetning i oppdrettskar.

### Sammenheng O<sub>2</sub> i innløpsrør, og O<sub>2</sub> i kar



Det har vært stilt spørsmål ved hvordan tilsetning av oksygenovermettet vann på innløpsstokken påvirker oksygennivået i karet. Sintef Fiskeri og Havbruk AS har på vegne av Marine Harvest Norway AS utført målinger av bl.a. oksygennivå i karene på flere av anleggene i perioden 2003 – 2007, der oksygenovermettingen på driftvannet har vært opp mot 250 % overmettet. Målingene har vært utført etter blekksprutmetoden, dvs 36 målepukter i hvert kar. Målingene viser at det er liten sammenheng mellom oksygenmetning i innløpsrør og maksimalt målt oksygenmetning i oppdrettskar ( $R2 = 0,0975$ , jf. **figur B**). Målingene viste også at en har det høyeste oksygennivået langs karveggen og avtakende inn mot karet senter der det var stor sammenheng mellom  $O_2$  gradienter og kardiameter ( $R2 = 0,75$ ), dvs at gradienten øker med kardiameter. Det var også en stor sammenheng mellom  $O_2$  gradienter og biomassens oksygenforbruk i karet ( $R2 = 0,78$ ), som økte med biomassens oksygenforbruk. Den høyests gradienten som ble målt i et oppdrettskar er ca 30 %. Dette er typisk når vanntemperatur er høy der en har store kar med stor biomasse og høyt samlet oksygenforbruk. Vinterstid, med lavere temperatur var gradientene typisk 1-10 % avhengig av karstørrelse. Det er også vist at  $O_2$  gradienter i oppdrettskar kan reduseres med 40-70 % ved karintern  $CO_2$  - lufting i karet.

Etter hvert har man også montert utstyr for oksygenering av vannet i selve karet. Ved karoksygenering benyttes lavtrykksinnløpere, der disse kan dimensjoneres ut fra min - maks belastning med fisk, vannmengder tilgjengelig samt ønsket oksygenmetning i karet. Ved karoksygenering føres en ekstra ledning med overmettet råvann inn til hvert kar. Hydro Gas sine lavtrykksinnløpere evner å komme opp i en metning på langt over 400 % (et trykk på 0,6 - 1,5 bar). Det er således mulig å dimensjonere og tilpasse oksygentilsetningen til den ønskede overmetningen en ønsker på ha på anlegget. Dette ble først benyttet som en sikkerhetsløsning for nødtilfeller hvis vanntilførselen skulle stanse, men er nå i større grad blitt vanlig for å kunne utnytte vannet lenger i karene. Men da hoper avfallsstoffer fra fisken seg opp i vannet, og en må *lufte ut*  $CO_2$  for at vannet skal ha den ønskete kvaliteten for fisken. Med slike ordninger (nr to fra høyre i **figur C**) kan vannbruken reduseres til godt under 0,1 liter pr kg fisk pr minutt.  $CO_2$  lufting er nå vanlig på hvert enkelt påvekstkar i de aller fleste settefiskanlegg.



**Figur C.** Utvikling i vannbruk i settefiskproduksjon, fra de rene gjennomstrømningsanlegg (til venstre), via oksygenering av råvann (to fra venstre), med  $CO_2$  lufting (tre fra venstre) til resirkuleringsanlegg der hele eller deler av vannmengden resirkuleres (til høyre). Rammer for vannbruk er angitt nederst.

Ønsker en å holde vannet enda lenger i karene, vil avfallsstoff både fra fiskens faeces og spillfôr samle seg opp i tillegg og gjøre vannkvaliteten dårlig. En må derfor koble på et renseanlegg bestående av både filter for å håndtere de partikulære stoffene, samt et biofilter for å håndtere de oppløste stoffene. Da kan man i prinsippet resirkulere så godt som det meste av vannet, og vannbehovet er redusert til et minimum. Det finnes flere *resirkuleringsanlegg* som har vært i drift i flere år, der en resirkulerer større eller mindre deler av vannet i anlegget. En kan da oppnå en vannbruk på under 0,05 liter vann pr kg fisk pr minutt (til høyre i **figur B**). Dette er ned mot 1% av vannbruken i forhold til et rent gjennomstrømningsanlegg.